

(5)

27 …… p電極

28 …… n電極

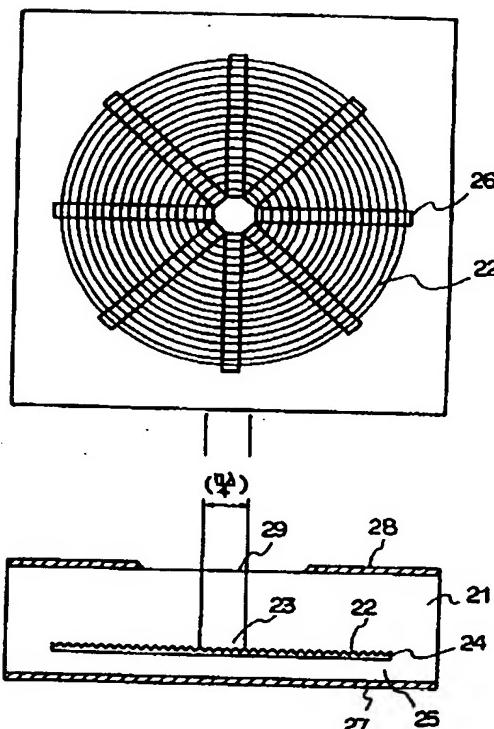
29 …… 出力光取出し窓

出願人

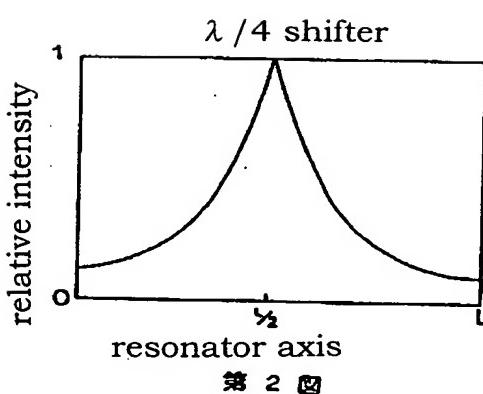
株式会社 東芝

代理人弁理士

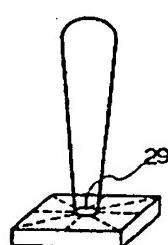
須山佐一



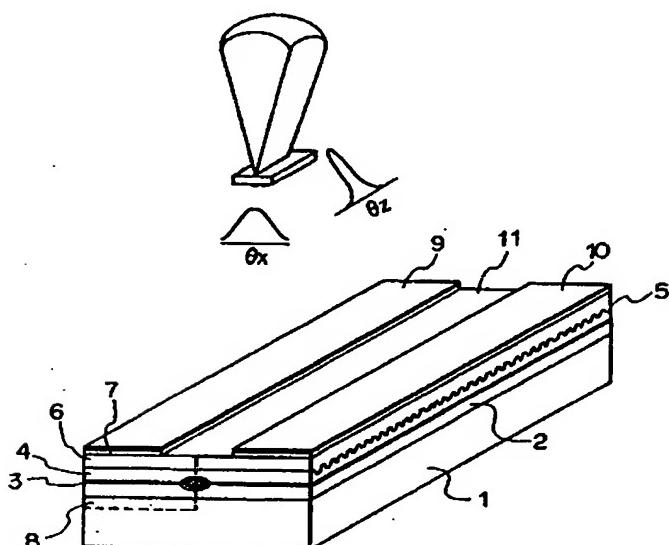
第1図



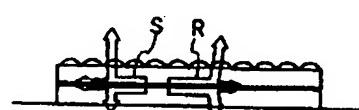
第2図



第3図



第4図



第5図

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-105590

(43)Date of publication of application : 24.04.1989

(51)Int.CI. H01S 3/18

(21)Application number : 62-262368 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

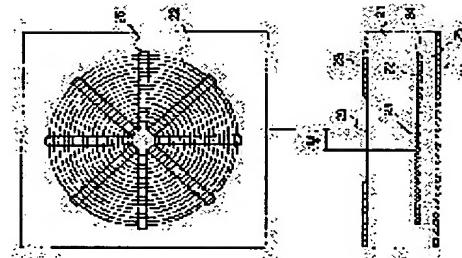
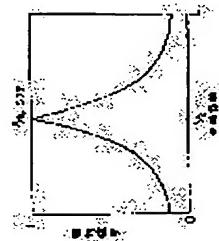
(22)Date of filing : 16.10.1987 (72)Inventor : KINOSHITA JUNICHI

## (54) DISTRIBUTED FEEDBACK TYPE SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To remarkably improve an optical output, and to perform a sharp isotropic emitting beam by utilizing the concentration of a light to the center of a distributed feedback structure having  $\lambda/4$  shifting region, and further radially disposing a plurality of them.

**CONSTITUTION:** When a  $\lambda/4$  phase shifter, i.e., a phase discontinuous section 23 corresponding to the amplitude of  $1/4$  of the wavelength  $\lambda$  in a tube is formed at the center of a ringlike diffraction grating 22 and the reflectivities of both ends are reduced, if the product  $kL$  of the coupling coefficient ( $k$ ) of a distributed feedback type laser and the length  $L$  of a resonator is 1.25 or more, an electric field is concentrated at the section 23. The concentration of the electric field is more remarkable if the phase shift is near the value to the integer number of magnification of  $\lambda/4$ . The optical output of the total resonator can be concentrated at the center of the resonator.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
⑪ 公開特許公報 (A) 平1-105590

⑫ Int.Cl.  
H 01 S 3/18

識別記号 庁内整理番号  
7377-5F

⑬ 公開 平成1年(1989)4月24日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 分布帰還型半導体発光素子

⑮ 特願 昭62-262368  
⑯ 出願 昭62(1987)10月16日

⑰ 発明者 木下順一 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内  
⑱ 出願人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
⑲ 代理人 弁理士須山佐一

明細書

1. 発明の名称

分布帰還型半導体発光素子

2. 特許請求の範囲

(1) 光帰還を行う回折格子を光導波路上に沿って形成した分布帰還型半導体発光素子において、共振器中央部に導波光に対してロ入/4近傍(ただし、入=導波光波長、n=整数)の位相シフトを行う位相シフト領域または等価屈折率の変化領域を有する回折格子が形成され、前記回折格子上に低反射率の端部を有するストライプ状の活性領域層が形成され、表面中央部に前記活性領域層の中央部近傍領域から基板垂直方向に出射される出射光を取出すための光取出し窓部が形成されていることを特徴とする分布帰還型半導体発光素子。

(2) 上記分布帰還型半導体発光素子は、基板上に径方向に所定の間隔を有し、かつ中央部に径方向の導波光に対してロ入/4近傍(ただし、入=導波光波長、n=整数)の位相シフトを行う位相

シフト領域または等価屈折率の変化領域を有するリング状回折格子が形成され、前記リング状回折格子上に低反射率の端部を有する複数のストライプ状の活性領域層が夫々中央部で交差するように放射状に形成され、表面中央部に前記各活性領域層の交差部近傍領域から基板垂直方向に出射される出射光を取出すための光取出し窓部が形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の分布帰還型半導体発光素子。

(3) 活性領域層が、その径方向における共振器長とブラッグ回折による前進波と後進波の結合を表す結合係数との積が1.5より大きく、かつ各端部での反射率が5%以下に形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の分布帰還型半導体発光素子。

(4) 位相シフト領域および等価屈折率の変化領域が径方向の導波光に対し

n入/4 ± 入/8

の位相シフトをするように形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記

の分布帰還型半導体発光素子。

(5) 回折格子が、2次のプラック回折をする周期を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の分布帰還型半導体発光素子。

### 3. 発明の詳細な説明

#### [発明の目的]

#### (産業上の利用分野)

本発明は、回折格子を用いて光帰還を行う分布帰還型半導体発光素子に係り、特に光出力を共振器軸方向に対して垂直に取出すことが可能な面発光型の分布帰還型半導体発光素子に関する。

#### (従来の技術)

近年、光通信や光ディスク用の光源として各種の半導体発光素子が盛んに使用されている。

この半導体発光素子例えは、半導体レーザ装置としては、へき開面を反射鏡として共振器を形成し、共振器内で光波を往復させて、増幅された光をへき開面からの光出力として取出す、へき開面反射構造のものがある。また、光導波路の少なくとも一部に、2次以上のプラック回折をする回折

情報通信学会00E66-152)。

第4図はこの面発光型の分布帰還型発光素子(以下、DFB-TJS発光素子)の構造を示す図である。

このようなDFB-TJS発光素子の製造は、まず、半絶縁性のGaAs基板1上に $Ga_x Al_{1-x} As$ (x=0.35)第1クラッド層2、GaAs活性層3、 $Ga_x Al_{1-x} As$ (x=0.15)光導波路層4を順次結晶成長させた後、光導波路層4表面に2次の回折格子5のパターンを転写し、この回折格子5上に $Ga_x Al_{1-x} As$ (x=0.35)第2クラッド層6とGaAsオーミックコンタクト層7を成長させる。このようにエピタキシャル成長によりn形のみ多層形成した後、アントラジ酸してアントラジ酸領域8を形成しTJS構造とする。

こうしてアントラジ酸領域8を形成した後、P電極9とn電極10を設け、GaAs層を選択的に除去した光取出し窓11を設ける。

この発光素子における2次の回折格子は、導波路モードの光結合(分布帰還)を2次の散乱波で

格子を設け、この回折格子に光結合(分布帰還)して外部に光出力を取出す、放射モードを利用する構造のものがある。

この放射モードを利用した構造の半導体レーザは、GCL(grating coupled laser)型と呼ばれ、周知の技術である(たとえばR.D.Burnham et.al. "Single-Heterostructure Distributed-Feedback GaAs-Blode Lasers", IEEE, OE-11, p.439~448, 1975)。

この放射モードを利用した表面発光型の発光素子は、その軸方向のビームの拡がりが非常に狭いため、集光しやすいうことが大きな特徴である。これに対し、面発光型のLEDではその光が自然放出光であるため、そのビーム拡がりは極めて大きく、半値全幅にして60度以上もある。

近年の報告では、長波長(GaInAsP/InP)系分布帰還型レーザの開発成功を背景に、GaAs系の横方向接合ストライプ型レーザ(以下、TJSレーザ)で面発光型の分布帰還型(DFB)発光素子が試作されている(光永他、電子

行い、1次の散乱波は回折格子を通して放射モードとして共振器軸方向にはば垂直に出射する。

このような発光素子では、第5図に示したように前進波Fと後進波Sの両方から出射され、若干の垂直方向のずれは双峰性の透視野像を生じるもの、共振器軸方向に対しては回折境界に近い狭いビームが得られる。

このDFB-TJSレーザは、出射ビームの透視野像が共振器軸方向の半值全角θzで約9度という狭いビームを得ることができること、素子分離にへき開を用いなくても良いため、素子分離する前のウエハ状態でのチェックが可能であること、LEDと比較して応答速度が速いこと等の利点がある。

#### (発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上述した従来の分布帰還型半導体発光素子では、発光パターンが線状であるため、集光には特殊なレンズ系が必要となり、また発光効率が共振器内部の界分布が回折格子を介して放射モードに変換される1次の結合効率で決定

され、1本の共振器だけでは大きな光出力は期待できぬという問題があった。

本発明は上述した問題点を解決するためになされたもので、小さな出射点から等方的に鋭いビームを周発光として出力し、かつ大きな光出力を取出すことが可能な分布帰還型半導体発光素子を提供することを目的とする。

#### [発明の構成]

##### (問題点を解決するための手段)

本発明の分布帰還型半導体発光素子は、光帰還を行う回折格子を光導波路上に沿って形成した分布帰還型半導体発光素子において、共振器中央部に等波光に対して $n\lambda/4$ 近傍（ただし、 $\lambda$ =導波光波長、 $n$ =整数）の位相シフトを行う位相シフト領域または等価屈折率の変化領域を有する回折格子が形成され、前記回折格子上に低反射率の端部を有するストライプ状の活性領域層が形成され、表面中央部に前記活性領域層の中央部近傍領域から基板垂直方向に出射される出射光を取出すための光取出し窓部が形成されていることを特

*GaInAsP / InP系の材料を用いた分布帰還型半導体レーザに適用した実施例の模式的な構成を示す平面および断面図である。*

本例の半導体レーザの製造は、まず、n型InP基板21上に、放射状に動径方向で2次の回折を生じるような周期のリング状回折格子22を形成する。このとき、リング状回折格子22の中央部は、管内波長入の $1/4$ の整数倍の位相シフトを生じる位相不連続部23が形成されるように、リングのパターンを描画する。リング状回折格子22のパターンは、電子ビーム露光法を用いて周期は4800nmに形成し、 $1.55\mu\text{m}$ 波長帯の発振動作が可能なよう構成した。

次に液相成長法を用いて、GaInAsPから成る光導波層および活性層の混成層24を成長させ、さらに、p型InP層25を成長させた。

そしてこのウエハを放射状の複数のストライプ26が形成されるようにメサ・エッチャングを施し、各メサ・ストライプ部26をp型InPとn型InPの連接合電流ブロック層で埋込んだ。このと

(3)  
體とするものである。

また、効率を大きくするために、リング状回折格子を形成し、複数個の上記発光素子を、その中央部が交差するように放射状に配置し、中央部表面に窓を設けたものである。

#### (作用)

本発明は、 $\lambda/4$ シフト領域を有する分布帰還構造の中央部への光の集中を利用し、さらに、それらを複数個放射状に配置することにより、光出力の数段の向上と、鋭い等方的出射ビームの実現を図ったものである。このとき、回折格子は2次の回折格子であり、 $n$ の値は1.25より大きくなければいけない。また、放射状に配列されたストライプ状の素子の尖端は、その端面を埋込み等により、反射率を低く抑える構造とすることが効果的である。

#### (実施例)

以下、本発明の一実施例を図を参照して説明する。

第1図は、本発明を半導体発光素子として、

き、メサ・ストライプの端部も上記各InP層で埋込んで各端面の反射が小さくなるようにする。

ところで、メサ・エッチャングにより中心部の混成層24の幅が等価的に広くなるので、これによる等価屈折率の変化を考慮して、対角線上を進む光波が $\lambda/4$ の位相不連続部23を感じるように設計した。

次に基板表面にp電極層27、基板裏面にn電極層28を夫々形成した後、n電極層28の中央部を除去して光取出し用の窓部29を形成し、p側を下側にしてマウントした。

このようにして製造した分布帰還型半導体レーザでは、リング状回折格子22の中央部に管内波長入の $1/4$ の大きさに相当する $\lambda/4$ 位相シフト部すなわち位相不連続部23を形成し、かつ両端面の反射率が小さくなるようにして構成したので、分布帰還型レーザの結合係数 $\eta$ と共振器長 $L$ との積 $\eta L$ が1.25以上のときにおいては、その位相不連続部23に電界が集中する。

この電界の集中は、位相シフトが $\lambda/4$ の整数倍

(4)

に近い値を有しているほど、また $\kappa$ の大きさが大きいほど顕著である。たとえば第2図に示したように、中央部に入 $/4$ シフト領域を有し、 $\kappa$ が3.0の半導体発光素子では、その中央部に端部の7倍以上のパワーが集中することになる。この方式により、全共振器の光出力を共振器中央部に集中することができる。

さらに、放射状の複数のストライプ2.6が形成されるようにメサ・エッチングを施し、各メサ・ストライプ部2.6の両側面および端部をn型InPとp型InPの逆接合電流ブロック層で埋込むことで、放射状に複数設けたレーザ素子が全て共振器中央部で交差するような構造となるため、複数個の分布帰還型素子の出力を共振器中央部の一点に集中させることができるとなる。

すなわち、第3図に示したように、各分布帰還型発光素子の回折格子の周囲を2次のプラグ回折をするものに固定し、中央部に光取出し窓2.9を設けることにより、基板の垂直方向に対し、大きな光出力を集いビームとして取出すことが可能となる。

また、ウエハ状態でのチェックも可能である。

また、従来の分布帰還型発光素子と異なり、端面の位相による発振モードのあいまいさを心配する必要がなくなり、さらには鋭い高出力ビームが基板に垂直に得られることにより、ファイバとの結合等、各種光学素子への結合時において大幅な結合効率の改善が可能となる。

そして、従来の発光素子と本発明の発光素子の決定的な相異としては、電流を注入している領域と光が集中する領域がほぼ分離した構造であることで、周辺部に大きな電流を流しても光が集中している中央部での電流密度はそれほど大きくならず、しかも活性層の一部を数十μmにわたって除去して、2次の回折格子のみを残して光を取出すことが可能となり、熱的に安定した状態で大出力動作が行える。また、発振状態での動作であることから、自然放出光を用いる従来の面発光LEDよりも数段高い高速応答が可能となる。

このように本発明は、半導体発光素子の性能向上

となる。

上述実施例により製造した分布帰還型半導体レーザを駆動したところ、100mW以上のパワーが集中した鋭い等方的ビームを、基板の垂直方向に取出すことができた。

ところで、本発明は、上述実施例に用いた発光素子の構造に限定されるものではなく、例えばGaAs系の材料を用いた構造の分布帰還型半導体レーザにも適用が可能である。但し、この場合、光の取出し窓はGaAs基板が光を吸収することから、基板の一部を井戸状に形成することが必要である。

#### [発明の効果]

以上説明したように本発明の分布帰還型半導体発光素子は、端面から光を取出すレーザ発光素子や、自然放出光を基板に垂直に取出す面発光LEDとも異なる全く新しいタイプの発光素子である。

すなわち、出射端面（共振器反射面）を必要とせず、分布帰還型レーザ本来の特徴を活すことができ、また基板の垂直方向に光を取出すことが可

能であるため、ウエハ状態でのチェックも可能である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例の分布帰還型半導体発光素子の構造を模式的に示す平面および断面図、第2図は実施例において両端面無反射で共振器中央に入 $/4$ 位相シフト領域が設けられ、かつ $\kappa$ の値が3.0であるときの軸方向の光強度分布を示す図、第3図は実施例による発光素子の放射ビームパターンを示す図、第4図は従来の面発光型レーザ素子（DPB-TJS）を示す斜視図、第5図は放射モードが導波モードの進行に応じてほぼ垂直に出射される様子を示す模式的な断面図である。

21 …… n型InP基板

22 …… リング状回折格子

23 …… 位相不透鏡部

24 …… n型GaInAsP光導波路層と活性層の埋成層

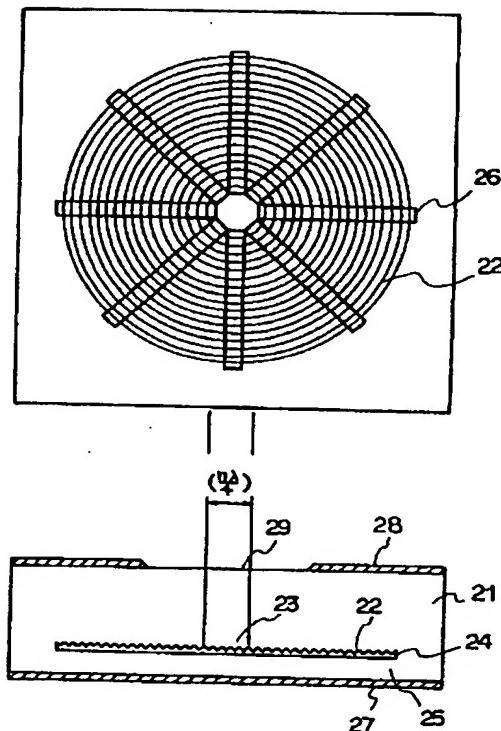
25 …… p型InPクラッド層

26 …… 活性ストライプ部

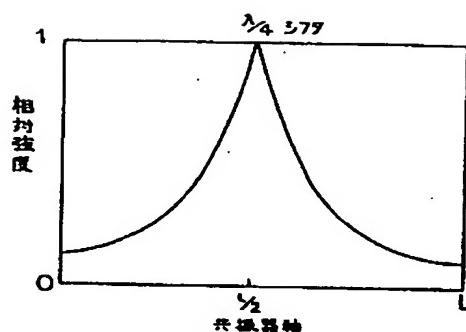
(5)

- 27 …… p 電極  
28 …… n 電極  
29 …… 出力光取出し窓

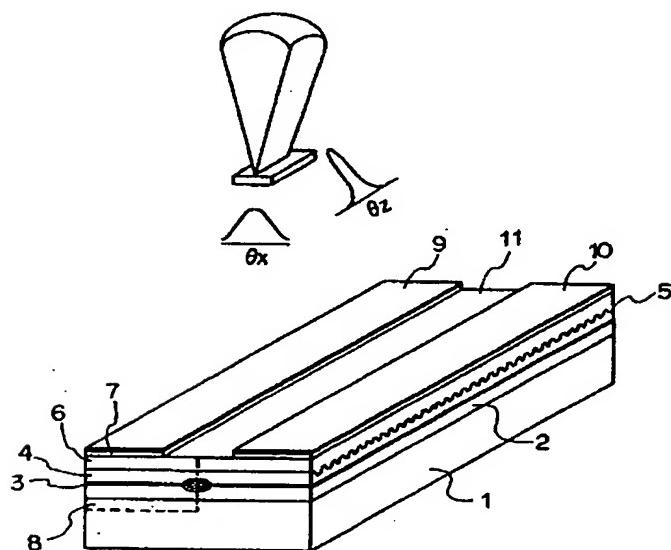
出願人 株式会社 東芝  
代理人 弁理士 稲山 佐一



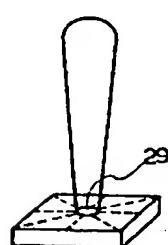
第 1 図



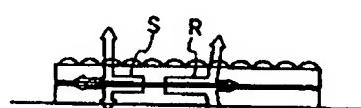
第 2 図



第 4 図



第 3 図



第 5 図